

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-175262

(43)Date of publication of application : 13.07.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/56  
C08K 3/36  
C08L 63/00  
C08L 79/08  
H01L 23/29  
H01L 23/31

(21)Application number : 03-345071

(71)Applicant : HITACHI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.1991

(72)Inventor : KAWADA TATSUO  
KOUJIMA HIROOKI  
SUZUKI HIROSHI

## (54) RESIN SEALING SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the crack resistance during the reflow time after moisture absorption of a thin surface mounted semiconductor device resin-sealed with Si chip in large size.

CONSTITUTION: In the surface mounted semiconductor device, the glass transfer point Tg is set lower than 140° C or higher than 220° C and the Si chip area sealed with a sealing material comprising an epoxy base or polyimide base, respectively, when Tg is lower than 140° C or higher than 220° C is set wider than 25mm<sup>2</sup> and the package thickness is set thinner than 3mm.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.05.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-175262

(43) 公開日 平成5年(1993)7月13日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/56	R	8617-4M		
C 0 8 K 3/36		7167-4J		
C 0 8 L 63/00	NKK	8830-4J		
79/08	L R E	9285-4J		
		8617-4M		
			H 0 1 L 23/30	R
審査請求 未請求 請求項の数4(全 16 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平3-345071

(22) 出願日 平成3年(1991)12月26日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成3年10月20日  
株式会社情報調査会発行の「エレクトロニクス実装技術  
第7巻11号」に発表

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 河田 達男

茨城県結城市大字鹿窪1772-1 日立化成  
工業株式会社南結城工場内

(72) 発明者 幸島 博起

茨城県結城市大字鹿窪1772-1 日立化成  
工業株式会社南結城工場内

(72) 発明者 鈴木 宏

茨城県結城市大字鹿窪1772-1 日立化成  
工業株式会社南結城工場内

(74) 代理人 弁理士 若林 邦彦

(54) 【発明の名称】 樹脂封止型半導体装置

(57) 【要約】

【目的】 大型S iチップを樹脂封止してなる薄形表面  
実装型半導体装置の吸湿後のリフロー時耐クラック性を  
改善すること。

【構成】 ガラス転移点T gが140℃以下または220℃以上、溶融シリカ粉含有量を65~90 vol%とし、T gが140℃以下の場合はエポキシ系またT gが220℃以上の場合はポリイミド系で構成した封止材により封止したS iチップ面積が25mm<sup>2</sup>以上、パッケージ厚さが3mm以下の表面実装型半導体装置。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形表面実装型の樹脂封止型半導体装置において、無機充填剤を $65\sim 90\text{ vol}\%$ 含有するガラス転移点 $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下または $220^\circ\text{C}$ 以上である熱硬化性樹脂封止材で封止してなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】  $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下の熱硬化性樹脂封止材がエポキシ系である請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】  $T_g$ が $220^\circ\text{C}$ 以上の熱硬化性樹脂封止材がポリイミド系である請求項1記載の半導体装置。

【請求項4】 無機充填剤が溶融シリカである請求項1記載の半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、大形Siチップ、薄形パッケージの表面実装型樹脂封止型半導体装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 産業の米と言われるまで発展してきた樹脂封止型半導体装置には、従来、成形硬化後のガラス転移点 $T_g$ が $150\sim 180^\circ\text{C}$ 、無機充填剤として天然の結晶性シリカ粉又は溶融シリカ粉、あるいはこれら充填剤の混合物を $50\sim 65\text{ vol}\%$ 含有したエポキシ樹脂系封止材が全世界で使われている。パッケージ形態としてはDIP、SIP、ZIP、TO-92、TO-220、TO-3P、TO-126、SOT-23などがある。 $T_g$ を $150^\circ\text{C}$ 以下に低くすると、 $150\sim 55^\circ\text{C}$ （または $-65^\circ\text{C}$ ）の熱衝撃試験時に、 $T_g$ 以上の伸びがAu線を断線させる要因となり信頼性を著しく損なう問題があり、この問題を未然に防ぐため $T_g$ を $150\sim 180^\circ\text{C}$ にコントロールしながら使用して来た。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 樹脂封止型半導体装置は、最近、Siチップが益々大型化するともに、パッケージが益々薄形化して来ている。一方、これら樹脂封止型半導体装置をプリント配線基板(PCB)に取付ける時ののはんだ付け作業が、従来のピン挿入から表面実装と呼ばれている平面取付けによって行われるように変わりつつある。大形Siチップを搭載する薄形パッケージに、従来のエポキシ樹脂系封止材を用い、この樹脂封止型半導体装置を表面実装すると、予め自然界下での条件

のもとで極く僅かに吸湿していても、これをいきなりはんだ付けする $200^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ のリフロー温度に曝すと、パッケージ内部に極く僅かに存在している水分が一気にガス化して内圧となり、これによる内部応力が囲りの樹脂層の破断強度を上廻ると容易にクラックしてしまい信頼性を著しく損なう問題がある。本発明はかかる状況に鑑みなされたもので、大形Siチップ搭載の薄形樹脂封止型半導体装置において、加温後リフロー時の耐クラック性を大巾に改善することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 すなわち本発明は、Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形表面実装型の樹脂封止型半導体装置において、無機充填剤を $65\sim 90\text{ vol}\%$ 含有するガラス転移点 $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下または $220^\circ\text{C}$ 以上を示す熱硬化性樹脂封止材で成形封止されてなることを特長とする半導体装置に関する。Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形樹脂封止型半導体装置を加温後、リフロー時の耐クラック性を向上させる方策としては(1)リフロー時温度 $215\sim 260^\circ\text{C}$ での高温下での破断強度の増強。(2)吸湿率の低減(3)Siチップ、リードフレーム金属(CuorFe系)などインサートと封止材の接着力増強があげられる。

【0005】 上記のうち、高温強度増強は、 $T_g$ が $150\sim 180^\circ\text{C}$ である従来のエポキシ系封止材では、ゴム状領域での強度を上げなければならないことを意味し、この大巾な増強は本質的に不可能である。高温強度の大幅な増強は $T_g$ を上げることによってのみ可能である。ただし、これまで $T_g$ と高温強度の関係が明らかでなく、 $T_g$ を何 $^\circ\text{C}$ まで高くすれば良いのか予想することは出来なかった。一方 $T_g$ を大巾に高くしたり、また低くすることは原料の樹脂系を変える必要がある。そこで、各種エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂系封止材について、 $T_g$ 、高温強度、吸湿率、接着性およびQFP54pinパッケージ： $20\times 14\times 2\text{mm}$ 、Siチップサイズ： $6\times 6\text{mm}$  リードフレーム：42Alloyについて吸湿後リフロー時耐クラック性を詳しく調べた。用いた樹脂系封止材の基本樹脂の骨格を表1に示す。

## 【0006】

## 【表1】

	項 目	化 学 構 造 例
エポキシ系	低分子樹脂 (L)	
	標準樹脂 (エポキシ ノボラック) (S)	
	多官能樹脂 (F)	
ポリイミド系	イミド樹脂 (I)	

## 【0007】(1) 高温強度

T<sub>g</sub>と高温曲げ強度との関係を図3に示す。高温曲げ強度はT<sub>g</sub>に強く依存しており、T<sub>g</sub>を高くすれば予想通り高温強度を増強できる。エポキシ系の延長線上にポリイミド系が位置している連続性のあることがわかったことは特筆に値する発見である。この関係は下記T<sub>g</sub>と吸湿率、接着性との関係においても同様である。なお、高温曲げ強度は同温曲げ弾性率（硬さ）に支配されていることが図2、図3および図4より明らかとなった。

## (2) 吸湿率

T<sub>g</sub>と吸湿性の関係を図5に示す。吸湿性もT<sub>g</sub>に依存し、T<sub>g</sub>を高くすると吸湿率は大きくなる傾向を示し、逆に吸湿性を下げるためにはT<sub>g</sub>を下げる必要があることがわかる。

## (3) 接着性

T<sub>g</sub>と接着性の関係を図6に示す。接着性もT<sub>g</sub>に依存し、T<sub>g</sub>を高くすると接着性が低下する傾向にあり、T<sub>g</sub>を下げることにより接着性を大巾に高めることができることがわかった。

## (4) パッケージ吸湿後リフロー時の耐クラック性

前記、QFP54pinを85℃、85%RH下で吸湿させ、適宜取り出し、リフローの条件215℃、90℃の熱処理を行い、パッケージがクラックするまでの85℃、85%RH吸湿時間を求め、これとT<sub>g</sub>との関係をプロットしたのが図7である。T<sub>g</sub>が220℃以上とT

gが140℃以下にした時の2極に分化し、吸湿後、リフロー時の耐クラック性を向上（クラック発生までの吸湿時間の延長）できることがわかった。T<sub>g</sub>が高い前者は、ポリイミド系封止材であり、高温強度の高いことが有利に効いている。T<sub>g</sub>が低い後者は、エポキシ系封止材であり、低吸湿性と高接着化が奏効している。本発明で用いられるポリイミド系樹脂としては、ビスマレイミド系樹脂、無水マレイン酸-芳香族ジアミン直接付加反応系樹脂等があり、またエポキシ系樹脂としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェニル型エポキシ樹脂、レゾルシノールグリシジルエーテル型エポキシ樹脂等がある。さらに、硬化剤としてはフェノールノボラック樹脂、フェノールアルキル樹脂等が用いることができる。

【0008】従来、樹脂封止型半導体装置の信頼性試験の上限温度が150℃であることから、耐熱性の指標であるT<sub>g</sub>を150℃以上～180℃に設定することが基準であった。前述の如く、封止材のT<sub>g</sub>を150℃以下するとT<sub>g</sub>以上でのゴム状領域での伸びが無視できなく、150～55（あるいは65）℃の温度サイクル試験において、Au線が断線し易く信頼性を損なう問題があった。しかし、この耐熱衝撃性は湿気を拡散、吸着、透過をしない充填剤、溶融シリカの含有量を増し、線膨張率を下げるにより補償することが出来る。溶融シリカの含有量の増大は、吸湿率の低減高温下での弾

性増大による高温強度の増強にも有効である。そこで、  
 熔融シリカ粉高充填エポキシ系封止材での熔融シリカの  
 含有量 vol%と吸湿特性（85℃、85%RH）、線膨  
 張率、高温曲げ強さおよび、QFP54 pinパッケージ  
 と65℃、95%RH、72h吸湿後、リフローの熱処\*

\*理条件215℃、90℃に曝した時のクラック発生状況  
 を表2に示す。

【0009】

【表2】

フィラ含有量 (vol%)		60.0	67.5	72.5
吸 湿 特 性	拡散係数 D $10^{-5} \text{cm}^2/\text{h}$	17.2	14.1	11.8
	飽和吸収率 Q wt%	0.46	0.41	0.37
	飽和吸収量 Qv $\text{mg}/\text{cm}^3$	8.37	7.90	7.15
	透湿率 D・Qv $10^{-7} \text{gcm}/\text{cm}^2 \text{h}$	14.4	11.1	8.4
密 度 d $\text{g}/\text{cm}^3$		1.83	1.92	1.95
線膨張率 $\alpha_1$ $10^{-5} \text{℃}^{-1}$		1.8	1.4	1.0
高温曲げ強さ(260℃) $\text{kg}/\text{mm}^2$		1.04	1.26	1.52
耐リフロー性(n=8) * 不良個数		8	2	0

(注)\*: QFP54 pin 20×14×2mm t  
 L/F: 42 alloy, チップ: 6×6mm  
 65℃ 95%RH 72h+VPS (215℃ 90sec)

【0010】 熔融シリカ粉の含有量を増すにつれ、吸湿  
 率低減などの吸湿特性の改善と相俟って高温強度が増強  
 し、線膨張率も低減することによって、リフロー時耐ク  
 ラック性が大巾に向上することがわかった。線膨張の低  
 減は、Tgが低い場合の150～55（あるいは-6  
 5）℃で温度サイクルした時のAu線断線防止にも極め  
 て有効である。次に、熔融シリカの形状とQFP54 pi  
 nのリフロー時クラック発生吸湿時間h（85℃、85  
 %RH）、およびスパイラルフローSF（180℃、7  
 0kg/cm<sup>2</sup>）の関係をそれぞれ図8、9に示す。熔融シリ  
 カ粉の形状としては、角状が球状に比べリフロー時耐ク  
 ラック性の点から有利である。しかし、角状粉を多くす  
 ると流動性を損なうので、流動性とリフロー時耐クラ  
 ック性の両立をさせるためには、角状粉と球状粉を適宜調

節することが好ましい。本発明における封止材に配合で  
 きる成分としては上記樹脂成分、充填剤のほか、臭素化  
 エポキシ樹脂、三酸化アンチモンなどの難燃剤等を必要  
 に応じて添加することができる。本発明にかかる封止材  
 の成形条件としてはエポキシ系樹脂の場合は、165～  
 190℃、またポリイミド系樹脂の場合は170～20  
 0℃、50～200から任意に選択できる。以下本発明  
 を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれ  
 ら実施例に限定されるものではない。

【0011】

【実施例】 実施例1

表1に示した化学構造を示す主原料で構成された、Tg  
 の異なる各種エポキシ系封止材、ポリイミド系封止材に  
 ついてのTgと高温曲げ特性、吸湿率、接着性の関係を  
 それぞれ図2～4、5および6に示した。また、これら  
 Tgの異なる各種エポキシ系封止材、ポリイミド系封止  
 材を用い、QFP54 pinパッケージ（20×14×

2. 0mm<sup>2</sup>、Siチップサイズ：6×6mm、リードフレーム：42Alloy)を通常の条件で成形、硬化し、これを85℃、85%RH下で吸湿させ適宜取り出し、直ちにリフローの熱処理条件215℃、90sec (フロリーナート：FC-70、住友3M製の沸点における飽和蒸気\*

\* 屢中) 曝した時のパッケージクラックの発生有無を観察した。そして、このクラックが発生するに至るまでの85℃、85%RHの吸湿時間を求めた。このリフロークラック発生吸湿時間とT<sub>g</sub>の関係を図7に示した。

### 【0012】 实施例2

- |                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| (1) ビスフェノールA型エポキシ (当量500)           | 80 (重量部)       |
| (2) フェノールノボラック (当量107)              | 25 (重量部)       |
| (3) 1, 8-ジアザビシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7  | 3 (重量部)        |
| (4) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度15 μm、最大粒径100 μm) | 257 (32.5vol%) |
| (5) 熔融シリカ粉角状 (平均粒度15 μm、最大粒径100 μm) | 257 (32.5vol%) |
| (6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン           | 3 (重量部)        |
| (7) カルナウバワックス                       | 3 (重量部)        |
| (8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量275)        | 20 (重量部)       |
| (9) 三酸化アンチモン                        | 15 (重量部)       |
| (10) カーボンブラック (平均粒度200 nm)          | 2 (重量部)        |

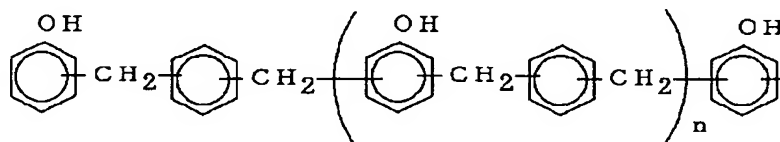
上記(1)～(10)をミキシングロールにかけて90℃、10分間混練し、冷却後粉碎しエポキシ系封止材を得た。これの4×4×20mmの棒状試験片を175℃、70kg/cm<sup>2</sup>、90secでトランスファ成形し、175℃、5hのポストを行い、TMAにかけて5℃/minで昇温しながら伸び率を求め、勾配の異なる2つの勾配の交点の温度をガラス転移温度T<sub>g</sub>として求めた結果、1※

※ 0.5℃、また室温とT<sub>g</sub>間の線膨張率 $\alpha_1$ は、 $1.4 \times 10^{-5} \text{℃}^{-1}$ であった。一方、実施例1と同様にしてQFP 54 pinパッケージにおけるリフロークラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)を求めた結果、84hと良好であった。

### 【0013】 实施例3

- (1) 4, 4'-ビス(2, 3-エポキシプロポキシ)-3, 3', 5, 5'-  
テトラメチル、ピフェニル (当量 195) 80 (重量部)  
(2) 下記一般式で示されるフェノールアラルキル樹脂 (当量 175) 84 (重量部)

【化1】



- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| (3) 1, 8-ジアザビスクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7    | 3 (重量部)        |
| (4) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度 15 μm、最大粒径 100 μm) | 809 (52.5vol%) |
| (5) 熔融シリカ粉角状 (平均粒度 15 μm、最大粒径 100 μm) | 346 (22.5vol%) |
| (6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン             | 3 (重量部)        |
| (7) ポリエチレン系ワックス                       | 3 (重量部)        |
| (8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量 275)         | 20 (重量部)       |
| (9) 三酸化アンチモン                          | 15 (重量部)       |
| (10) カーボンブラック (平均粒度 200 nm)           | 2 (重量部)        |

上記(1)～(10)を用い、実施例2と同様にしてエポキシ系封止材を得た。このT<sub>g</sub>を実施例2と同様にして測定したT<sub>g</sub>は125℃、室温とT<sub>g</sub>間の $\alpha_1$ は1.0×10<sup>-5</sup>℃<sup>-1</sup>であった。一方、実施例1と同様にしてQ

FP54pinにおけるリフロックラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は72hと良好であった。

### 【0014】 实施例4

- (1) シリコーン変性ビスマレイミド樹脂、ベストレックスA-4L (住友化学製) 100 (重量部)

9	10
(2) 4メチルイミダゾール	3 (重量部)
(3) 溶融シリカ粉球状 (平均粒度15 $\mu\text{m}$ 、最大粒径100 $\mu\text{m}$ )	409 (67.5vol%)
(4) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	3 (重量部)
(5) エステル系ワックス	3 (重量部)
(6) カーボンブラック (平均粒度200 $\mu\text{m}$ )	1 (重量部)

上記(1)～(6)をミキシングロールにかけ80℃、7分間混練し、冷却後粉碎して、ポリイミド系封止材を得た。この4×4×20mmの棒状試験片を180℃、70kg/cm<sup>2</sup>、150secでトランスファ成形し、200℃、2hのポストキュアを行い、実施例2と同様にして求めたT<sub>g</sub>は252℃、 $\alpha_1$ と0.9×10<sup>-5</sup>℃<sup>-1</sup>であ\*  
 \*った。一方、実施例2と同様にして求めたQFP54pinパッケージにおけるリフローラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は、168h以上と極めて良好であった。

【0015】比較例1

(1) オークレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (当量195)	80 (重量部)
(2) フェノールノボラック (当量107)	50 (重量部)
(3) 1,8-ジアザビスクロ (5,4,0) ウンデセン-7	3 (重量部)
(4) 溶融シリカ粉球状 (平均粒度15 $\mu\text{m}$ 、最大粒径100 $\mu\text{m}$ )	140 (18vol%)
(5) 溶融シリカ粉角状 (平均粒度15 $\mu\text{m}$ 、最大粒径100 $\mu\text{m}$ )	326 (42vol%)
(6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン	3 (重量部)
(7) カルナウバワックス	2 (重量部)
(8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量275)	15 (重量部)
(9) 三酸化アンチモン	15 (重量部)
(10) カーボンブラック (平均粒度200 $\mu\text{m}$ )	1.5 (重量部)

上記(1)～(10)を用い、実施例2と同様にしてエポキシ系封止材を得た。実施例2と同様にして求めたT<sub>g</sub>は160℃、 $\alpha_1$ は1.9×10<sup>-5</sup>℃<sup>-1</sup>であった。一方、実施例1と同様にして求めたQFP54pinパッケージでのリフローラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は12hと短かった。

【0016】

【発明の効果】S1チップの面積が25mm<sup>2</sup>以上または一片の長さが5mm以上、パッケージの厚さが3mm以下の薄形表面実装型樹脂封止型半導体装置において、ガラス転移点T<sub>g</sub>が140℃以下または220℃以上、無機充填剤として溶融シリカ粉含有量を65～90vol%とし、T<sub>g</sub>が140℃以下の場合はエポキシ系、またT<sub>g</sub>が220℃以上の場合はポリイミド系で構成した封止材で封止することにより、吸湿後、リフロー時の耐クラックが大巾に改善された樹脂封止型半導体装置の提供が可能になった。

【0017】

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はクラックの発生状況を示す封止材の断面図、(b)ははんだリフロー時に発生する応力とレジン強度を示す線図である。

【図2】T<sub>g</sub>と高温曲げ弾性率の関係を示す線図である。

【図3】T<sub>g</sub>と高温曲げ強さの関係を示す線図である。

【図4】高温での曲げ弾性率と曲げ強さとの関係を示す線図である。

【図5】T<sub>g</sub>と吸湿率の関係を示す線図である。

【図6】T<sub>g</sub>と接着力との関係を示す線図である。

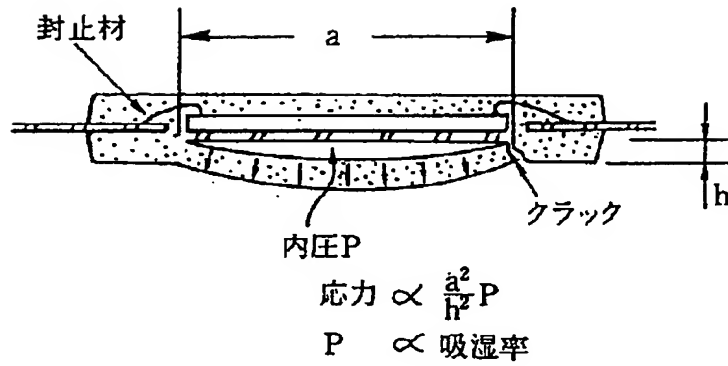
【図7】T<sub>g</sub>とリフローラック発生吸湿時間の関係を示す線図である。

【図8】フィラ形状、フィラ含有量と耐リフローラック性の関係を示す線図である。

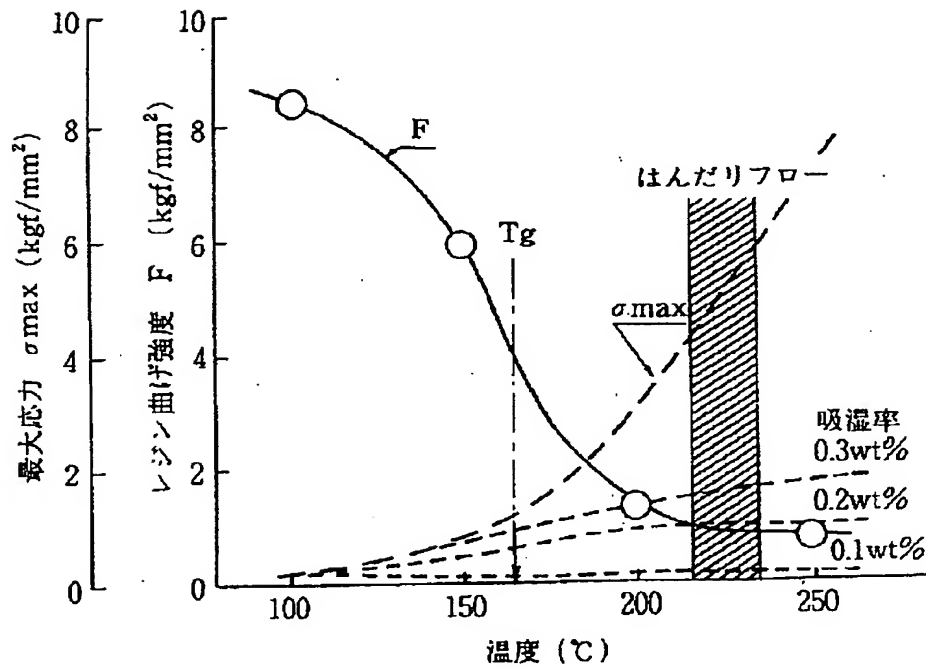
【図9】フィラ形状、フィラ含有量とスパイラルフローの関係を示す線図である。

【図1】

(a)

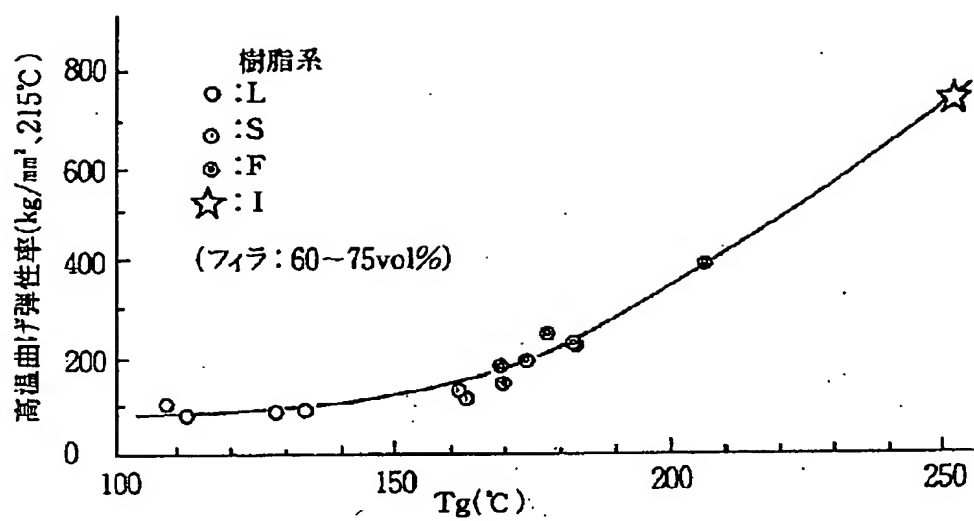


(b)

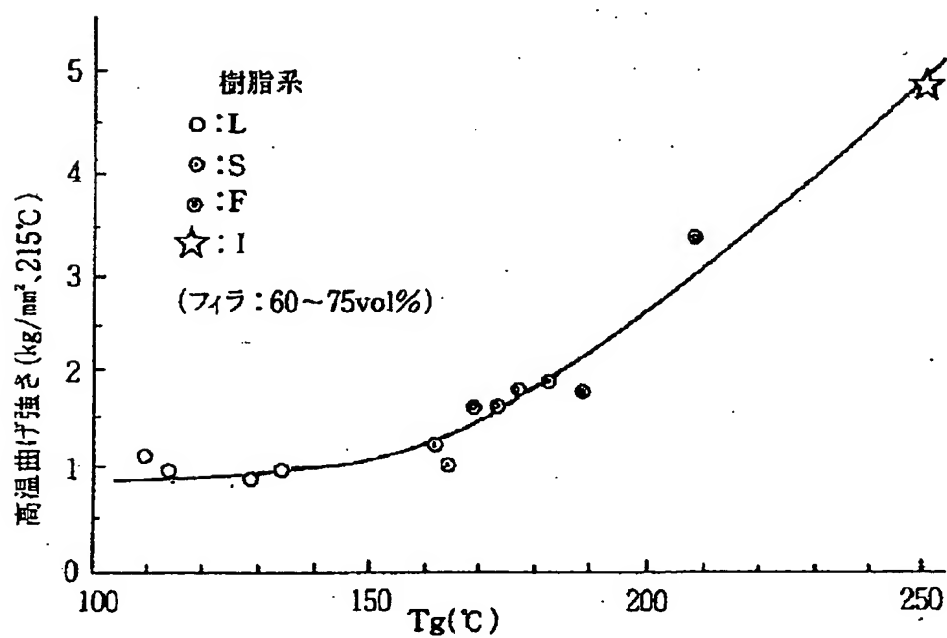




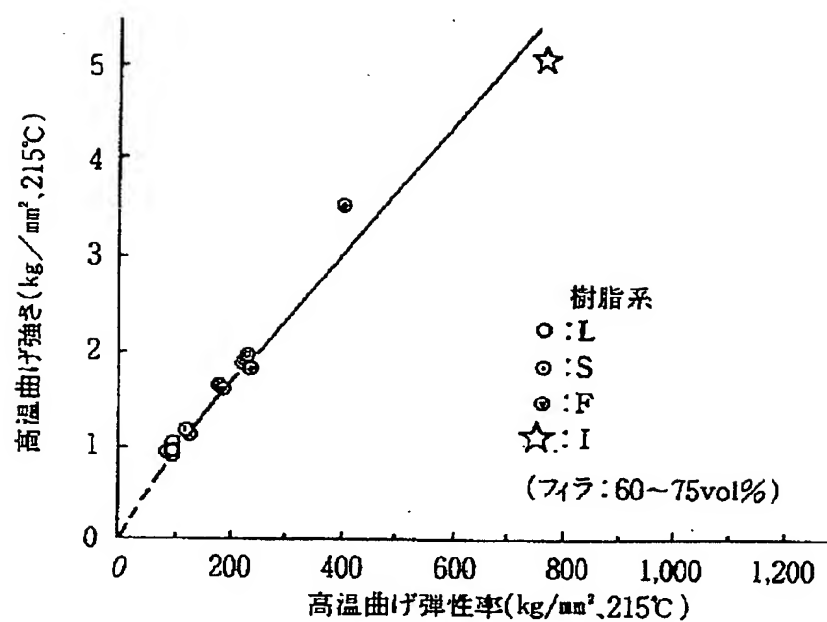
【図2】



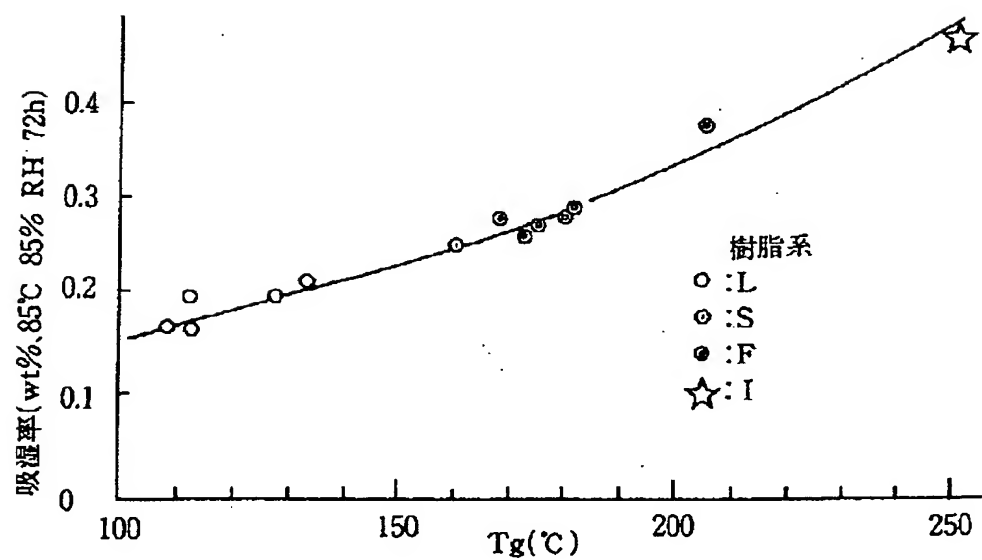
【図3】



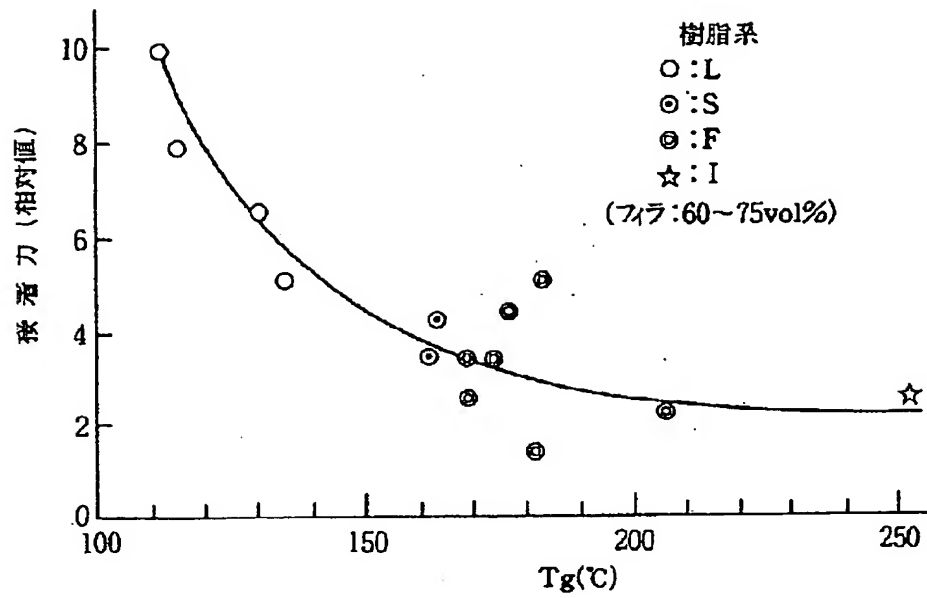
【図4】



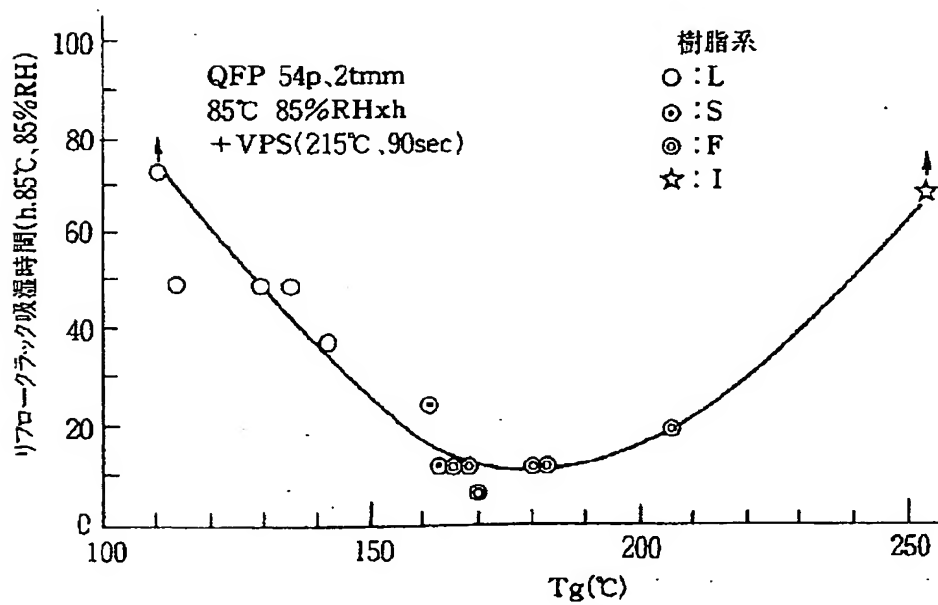
【図5】



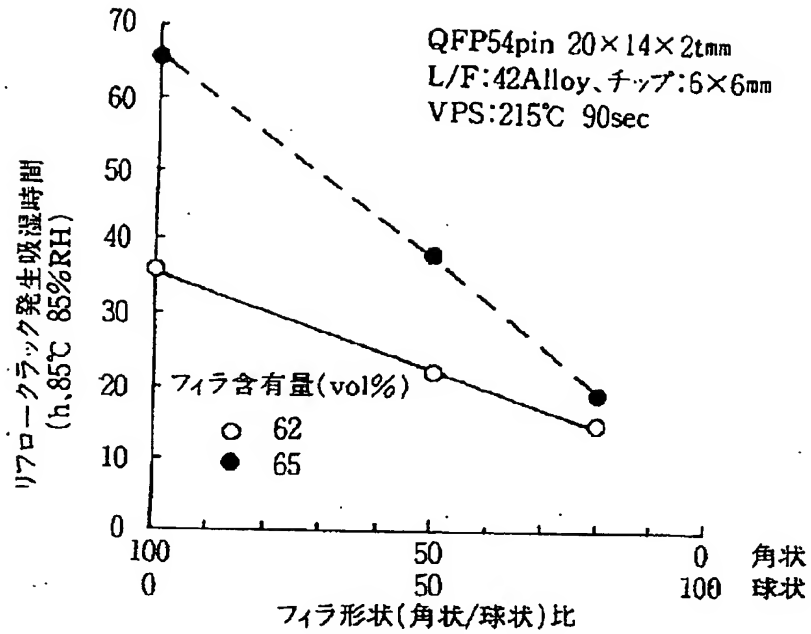
【図6】



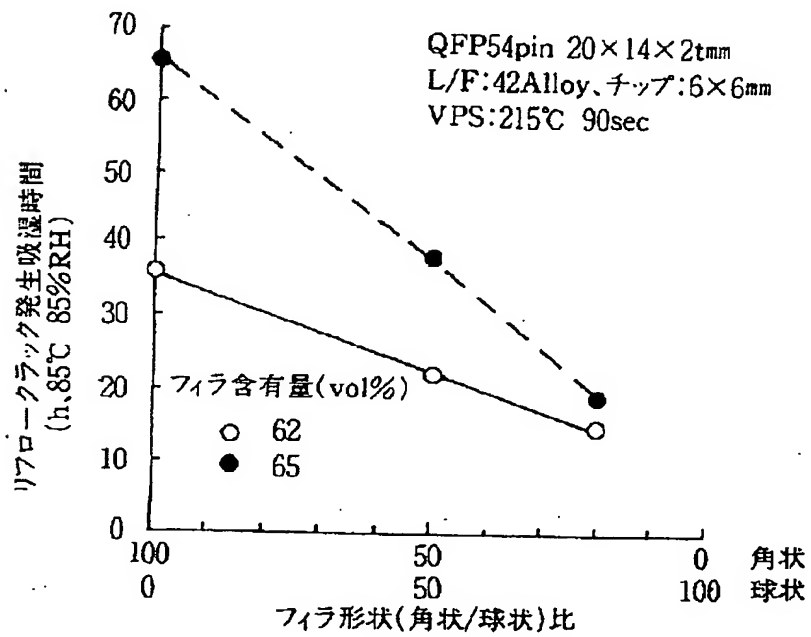
【図7】



【図8】



【図9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年4月20日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】樹脂封止型半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形表面実装型の樹脂封止型半導体装置において、無機充填剤を $65\sim 90\text{ vol}\%$ 含有するガラス転移点 $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下または $220^\circ\text{C}$ 以上である熱硬化性樹脂封止材で封止してなることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】  $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下の熱硬化性樹脂封止材がエポキシ系である請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】  $T_g$ が $220^\circ\text{C}$ 以上の熱硬化性樹脂封止材がポリイミド系である請求項1記載の半導体装置。

【請求項4】 無機充填剤が溶融シリカである請求項1記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、大形Siチップ、薄形パッケージの表面実装型樹脂封止型半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】産業の米と言われるまで発展してきた樹脂封止型半導体装置には、従来、成形硬化後のガラス転移点 $T_g$ が $150\sim 180^\circ\text{C}$ 、無機充填剤として天然の結晶性シリカ粉又は溶融シリカ粉、あるいはこれら充填剤の混合物を $50\sim 65\text{ vol}\%$ 含有したエポキシ樹脂系封止材が全世界で使われている。パッケージ形態としてはDIP、SIP、ZIP、TO-92、TO-220、TO-3P、TO-126、SOT-23などがある。 $T_g$ を $150^\circ\text{C}$ 以下に低くすると、 $150\sim 55^\circ\text{C}$ （または $-65^\circ\text{C}$ ）の熱衝撃試験時に、 $T_g$ 以上の伸びがAu線を断線させる要因となり信頼性を著しく損なう問題があり、この問題を未然に防ぐため $T_g$ を $150\sim 180^\circ\text{C}$ にコントロールしながら使用して来た。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】樹脂封止型半導体装置は、最近、Siチップが益々大型化するとともに、パッケージが益々薄形化して来ている。一方、これら樹脂封止型半導体装置をプリント配線基板（PCB）に取付ける時ののはんだ付け作業が、従来のピン挿入から表面実装と

呼ばれている平面取付けによって行われるように変わりつつある。大形Siチップを搭載する薄形パッケージに、従来のエポキシ樹脂系封止材を用い、この樹脂封止型半導体装置を表面実装すると、予め自然界下での条件のもとで極く僅かに吸湿していても、これをいきなりはんだ付けする $200^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ のリフロー温度に曝すと、パッケージ内部に極く僅かに存在している水分が一気にガス化して内圧となり、これによる内部応力が周りの樹脂層の破断強度を上廻ると容易にクラックしてしまい信頼性を著しく損なう問題がある。本発明はかかる状況に鑑みなされたもので、大形Siチップ搭載の薄形樹脂封止型半導体装置において、加温後リフロー時の耐クラック性を大巾に改善することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】すなわち本発明は、Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形表面実装型の樹脂封止型半導体装置において、無機充填剤を $65\sim 90\text{ vol}\%$ 含有するガラス転移点 $T_g$ が $140^\circ\text{C}$ 以下または $220^\circ\text{C}$ 以上を示す熱硬化性樹脂封止材で成形封止されてなることを特長とする半導体装置に関する。Siチップの面積が $25\text{mm}^2$ 以上または一辺の長さが $5\text{mm}$ 以上、パッケージの厚さが $3\text{mm}$ 以下の薄形樹脂封止型半導体装置を加温後、リフロー時の耐クラック性を向上させる方策としては（1）リフロー時温度 $215\sim 260^\circ\text{C}$ での高温下での破断強度の増強。（2）吸湿率の低減（3）Siチップ、リードフレーム金属（CuorFe系）などインサートと封止材の接着力増強があげられる。

【0005】上記のうち、高温強度増強は、 $T_g$ が $150\sim 180^\circ\text{C}$ である従来のエポキシ系封止材では、ゴム状領域での強度を上げなければならないことを意味し、この大巾な増強は本質的に不可能である。高温強度の大幅な増強は $T_g$ を上げることによってのみ可能である。ただし、これまで $T_g$ と高温強度の関係が明らかでなく、 $T_g$ を何℃まで高くすれば良いのか予想することは出来なかった。一方 $T_g$ を大巾に高くしたり、また低くすることは原料の樹脂系を変える必要がある。そこで、各種エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂系封止材について、 $T_g$ 、高温強度、吸湿率、接着性およびQFP54pinパッケージ： $20\times 14\times 2\text{mm}$ 、Siチップサイズ： $6\times 6\text{mm}$  リードフレーム：42Alloyについて吸湿後リフロー時耐クラック性を詳しく調べた。用いた樹脂系封止材の基本樹脂の骨格を表1に示す。

【0006】

【表1】

	項 目	化 学 構 造 例
エポキシ系	低分子樹脂 (L)	
	標準樹脂 (エポキシ ノボラック) (S)	
	多官能樹脂 (F)	
ポリイミド系	イミド樹脂 (I)	

## 【0007】 (1) 高温強度

T<sub>g</sub>と高温曲げ強度との関係を図3に示す。高温曲げ強度はT<sub>g</sub>に強く依存しており、T<sub>g</sub>を高くすれば予想通り高温強度を増強できる。エポキシ系の延長線上にポリイミド系が位置している連続性のあることがわかったことは特筆に値する発見である。この関係は下記T<sub>g</sub>と吸湿率、接着性との関係においても同様である。なお、高温曲げ強度は高温曲げ弾性率（硬さ）に支配されていることが図2、図3および図4より明らかとなった。

## (2) 吸湿率

T<sub>g</sub>と吸湿性の関係を図5に示す。吸湿性もT<sub>g</sub>に依存し、T<sub>g</sub>を高くすると吸湿率は大きくなる傾向を示し、逆に吸湿性を下げるためにはT<sub>g</sub>を下げる必要があることがわかる。

## (3) 接着性

T<sub>g</sub>と接着性の関係を図6に示す。接着性もT<sub>g</sub>に依存し、T<sub>g</sub>を高くすると接着性が低下する傾向にあり、T<sub>g</sub>を下げることにより接着性を大巾に高めることができることがわかった。

## (4) パッケージ吸湿後リフロー時の耐クラック性

前記、QFP54pinを85℃、85%RH下で吸湿させ、適宜取り出し、リフローの条件215℃、90℃の熱処理を行い、パッケージがクラックするまでの85℃、85%RH吸湿時間を求め、これとT<sub>g</sub>との関係をプロットしたのが図7である。T<sub>g</sub>が220℃以上とT

gが140℃以下にした時の2極に分化し、吸湿後、リフロー時の耐クラック性を向上（クラック発生までの吸湿時間の延長）できることがわかった。T<sub>g</sub>が高い前者は、ポリイミド系封止材であり、高温強度の高いことが有利に効いている。T<sub>g</sub>が低い後者は、エポキシ系封止材であり、低吸湿性と高接着化が奏効している。本発明で用いられるポリイミド系樹脂としては、ビスマレイミド系樹脂、無水マレイン酸-芳香族ジアミン直接付加反応系樹脂等があり、またエポキシ系樹脂としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェニル型エポキシ樹脂、レゾルシノールグリシジルエーテル型エポキシ樹脂等がある。さらに、硬化剤としてはフェノールノボラック樹脂、フェノールアララルキル樹脂等が用いることができる。

【0008】従来、樹脂封止型半導体装置の信頼性試験の上限温度が150℃であることから、耐熱性の指標であるT<sub>g</sub>を150℃以上～180℃に設定することが基準であった。前述の如く、封止材のT<sub>g</sub>を150℃以下にするとT<sub>g</sub>以上でのゴム状領域での伸びが無視できなく、150～55（あるいは-65）℃の温度サイクル試験において、Au線が断線し易く信頼性を損なう問題があった。しかし、この耐熱衝撃性は湿気を拡散、吸着、透過をしない充填剤、溶融シリカの含有量を増し、線膨張率を下げるにより補償することが出来る。溶融シリカの含有量の増大は、吸湿率の低減、高温下での

弾性増大による高温強度の増強にも有効である。そこで、熔融シリカ粉高充填エポキシ系封止材での熔融シリカの含有量 vol%と吸湿特性（85℃、85%RH）、線膨張率、高温曲げ強さおよび、QFP54 pinパッケージと65℃、95%RH、72h吸湿後、リフローの\*

\*熱処理条件215℃、90secに曝した時のクラック発生状況を表2に示す。

【0009】

【表2】

フィラ含有量 (vol%)		60.0	67.5	72.5
吸 湿 特 性	拡散係数 D $10^{-5} \text{cm}^2/\text{h}$	17.2	14.1	11.8
	飽和吸収率 Q wt%	0.46	0.41	0.37
	飽和吸収量 Qv mg/cm <sup>3</sup>	8.37	7.90	7.15
	透湿率 D・Qv $10^{-7} \text{gcm}/\text{cm}^2 \text{h}$	14.4	11.1	8.4
密度 d g/cm <sup>3</sup>		1.83	1.92	1.95
線膨張率 $\alpha_1$ $10^{-5} \text{℃}^{-1}$		1.8	1.4	1.0
高温曲げ強さ(260℃) kg/mm <sup>2</sup>		1.04	1.26	1.52
耐リフロークラック性(n=8) * 不良個数		8	2	0

(注)\*: QFP54 pin 20×14×2mm t  
L/F: 42 alloy, チップ: 6×6mm  
65℃ 95%RH 72h+VPS (215℃ 90sec)

【0010】 熔融シリカ粉の含有量を増すにつれ、吸湿率低減などの吸湿特性の改善と相俟って高温強度が増強し、線膨張率も低減することによって、リフロー時耐クラック性が大巾に向上することがわかった。線膨張の低減は、Tgが低い場合の150～55（あるいは-65）℃で温度サイクルした時のAu線断線防止にも極めて有効である。次に、熔融シリカの形状とQFP54 pinのリフロー時クラック発生吸湿時間h（85℃、85%RH）、およびスパイラルフローSF（180℃、70kg/cm<sup>2</sup>）の関係をそれぞれ図8、9に示す。熔融シリカ粉の形状としては、角状が球状に比べリフロー時耐クラック性の点から有利である。しかし、角状粉を多くすると流動性を損なうので、流動性とリフロー時耐クラック性の両立をさせるためには、角状粉と球状粉を適宜調

節することが好ましい。本発明における封止材に配合できる成分としては上記樹脂成分、充填剤のほか、臭素化エポキシ樹脂、三酸化アンチモンなどの難燃剤等を必要に応じて添加することができる。本発明にかかる封止材の成形条件としてはエポキシ系樹脂の場合は、165～190℃、またポリイミド系樹脂の場合は170～200℃、50～200secから任意に選択できる。以下本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0011】

【実施例】 実施例1

表1に示した化学構造を示す主原料で構成された、Tgの異なる各種エポキシ系封止材、ポリイミド系封止材についてのTgと高温曲げ特性、吸湿率、接着性の関係をそれぞれ図2～4、5および6に示した。また、これらTgの異なる各種エポキシ系封止材、ポリイミド系封止材を用い、QFP54 pinパッケージ（20×14×

2. 0mm、S1チップサイズ：6×6mm、リードフレーム：42Alloy)を通常の条件で成形、硬化し、これを85℃、85%RH下で吸湿させ適宜取り出し、直ちにリフローの熱処理条件215℃、90sec (フロリーナート：FC-70、住友3M製の沸点における飽和蒸気\*

\*層中)曝した時のパッケージクラックの発生有無を観察した。そして、このクラックが発生するに至るまでの85℃、85%RHの吸湿時間を求めた。このリフロークラック発生吸湿時間とTgの関係を図7に示した。

#### 【0012】実施例2

- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| (1) ビスフェノールA型エポキシ (当量500)          | 80 (重量部)       |
| (2) フェノールノボラック (当量107)             | 25 (重量部)       |
| (3) 1, 8-ジアザビシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7 | 3 (重量部)        |
| (4) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度15μm、最大粒径100μm)  | 257 (32.5vol%) |
| (5) 熔融シリカ粉角状 (平均粒度15μm、最大粒径100μm)  | 257 (32.5vol%) |
| (6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン          | 3 (重量部)        |
| (7) カルナウバワックス                      | 3 (重量部)        |
| (8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量275)       | 20 (重量部)       |
| (9) 三酸化アンチモン                       | 15 (重量部)       |
| (10) カーボンブラック (平均粒度200nm)          | 2 (重量部)        |

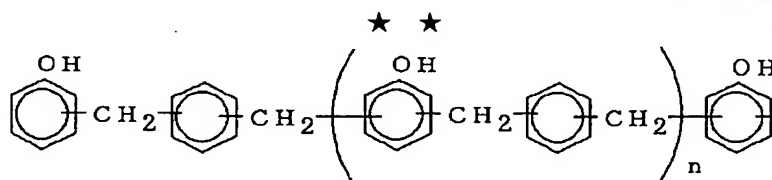
上記(1)～(10)をミキシングロールにかけて90℃、10分間混練し、冷却後粉碎しエポキシ系封止材を得た。これの4×4×20mmの棒状試験片を175℃、70kg/cm<sup>2</sup>、90secでトランスファ成形し、175℃、5hのポストキュアを行い、TMAにかけて5℃/minで昇温しながら伸び率を求め、勾配の異なる2つの勾配の交点の温度をガラス転移温度Tgとして求めた結果

※果、105℃、また室温とTg間の線膨張率 $\alpha_1$ は $1.4 \times 10^{-5} \text{℃}^{-1}$ であった。一方、実施例1と同様にしてQFP54pinパッケージにおけるリフロークラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)を求めた結果、84hと良好であった。

#### 【0013】実施例3

- |  |          |
|--|----------|
| (1) 4, 4'-ビス (2, 3-エポキシプロポキシ) -3, 3', 5, 5'-テトラメチル、ピフェニル (当量195) | 80 (重量部) |
| (2) 下記一般式で示されるフェノールアラルキル樹脂 (当量175)                               | 84 (重量部) |

【化1】



- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| (3) 1, 8-ジアザビシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7 | 3 (重量部)        |
| (4) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度15μm、最大粒径100μm)  | 809 (52.5vol%) |
| (5) 熔融シリカ粉角状 (平均粒度15μm、最大粒径100μm)  | 346 (22.5vol%) |
| (6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン          | 3 (重量部)        |
| (7) ポリエチレン系ワックス                    | 3 (重量部)        |
| (8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量275)       | 20 (重量部)       |
| (9) 三酸化アンチモン                       | 15 (重量部)       |
| (10) カーボンブラック (平均粒度200nm)          | 2 (重量部)        |

上記(1)～(10)を用い、実施例2と同様にしてエポキシ系封止材を得た。このTgを実施例2と同様にして測定したTgは125℃、室温とTg間の $\alpha_1$ は $1.0 \times 10^{-5} \text{℃}^{-1}$ であった。一方、実施例1と同様にしてQ

FP54pinにおけるリフロークラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は72hと良好であった。

#### 【0014】実施例4

- |   |           |
|---|-----------|
| (1) シリコン変性ビスマレイミド樹脂、ベストレックスA-4L (住友化学製) | 100 (重量部) |
|---|-----------|



- (2) 4メチルイミダゾール 3 (重量部)  
 (3) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度15  $\mu\text{m}$ 、最大粒径100  $\mu\text{m}$ ) 409 (67.5vol%)  
 (4) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン 3 (重量部)  
 (5) エステル系ワックス 3 (重量部)  
 (6) カーボンブラック (平均粒度200  $\mu\text{m}$ ) 1 (重量部)

上記(1)～(6)をミキシングロールにかけ80℃、7分間混練し、冷却後粉碎して、ポリイミド系封止材を得た。これの4×4×20mmの棒状試験片を180℃、70  $\text{kg}/\text{cm}^2$ 、150secでトランスファ成形し、200℃、2hのポストキュアを行い、実施例2と同様にして求めたTgは252℃、 $\alpha_1$ と0.9×10<sup>-5</sup>℃<sup>-1</sup>であ\*

\*った。一方、実施例2と同様にして求めたQFP54 pinパッケージにおけるリフロークラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は、168h以上と極めて良好であった。

【0015】比較例1

- (1) オークレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (当量195) 80 (重量部)  
 (2) フェノールノボラック (当量107) 50 (重量部)  
 (3) 1,8-ジアザビスクロ(5,4,0)ウンデセン-7 3 (重量部)  
 (4) 熔融シリカ粉球状 (平均粒度15  $\mu\text{m}$ 、最大粒径100  $\mu\text{m}$ ) 140 (18vol%)  
 (5) 熔融シリカ粉角状 (平均粒度15  $\mu\text{m}$ 、最大粒径100  $\mu\text{m}$ ) 326 (42vol%)  
 (6) 3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン 3 (重量部)  
 (7) カルナウバワックス 2 (重量部)  
 (8) ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (当量275) 15 (重量部)  
 (9) 三酸化アンチモン 15 (重量部)  
 (10) カーボンブラック (平均粒度200  $\mu\text{m}$ ) 1.5 (重量部)

上記(1)～(10)を用い、実施例2と同様にしてエポキシ系封止材を得た。実施例2と同様にして求めたTgは160℃、 $\alpha_1$ は1.9×10<sup>-5</sup>℃<sup>-1</sup>であった。一方、実施例1と同様にして求めたQFP54 pinパッケージでのリフロークラック発生吸湿時間(85℃、85%RH)は12hと短かった。

【0016】

【発明の効果】Siチップの面積が25mm<sup>2</sup>以上または一片の長さが5mm以上、パッケージの厚さが3mm以下の薄形表面実装型樹脂封止型半導体装置において、ガラス転移点Tgが140℃以下または220℃以上、無機充填剤として熔融シリカ粉含有量を65～90 vol%とし、Tgが140℃以下の場合はエポキシ系、またTgが220℃以上の場合はポリイミド系で構成した封止材で封止することにより、吸湿後、リフロー時の耐クラックが大巾に改善された樹脂封止型半導体装置の提供が可能になった。

【0017】

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)はクラックの発生状況を示す封止材の断面図、(b)ははんだリフロー時に発生する応力とレジン強度を示す線図である。

【図2】Tgと高温曲げ弾性率の関係を示す線図である。

【図3】Tgと高温曲げ強さの関係を示す線図である。

【図4】高温での曲げ弾性率と曲げ強さとの関係を示す線図である。

【図5】Tgと吸湿率の関係を示す線図である。

【図6】Tgと接着力との関係を示す線図である。

【図7】Tgとリフロークラック吸湿時間の関係を示す線図である。

【図8】フィラ形状、フィラ含有量と耐リフロークラック性の関係を示す線図である。

【図9】フィラ形状、フィラ含有量とスパイラルフローの関係を示す線図である。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 23/29

23/31